

MULTIPLEXACIÓN EN LONGITUD DE ONDA DE SENSORES FOTÓNICOS HÍBRIDOS DE DIFERENTES PARÁMETROS

*Iker Labiano, Silvia Abad,
Manuel López-Amo*

Dpto. de Ingeniería Eléctrica y
Electrónica
Universidad Pública de Navarra
mla@unavarra.es

*César Jáuregui, Antonio Quintela,
José Miguel López-Higuera*

Grupo de Ingeniería Fotónica
Dpto. TEISA
Universidad de Cantabria
higuera@teisa.unican.es

ABSTRACT

A fiber-optic-sensor multiplexing network for measuring different parameters is demonstrated. Temperature, strain and displacement have been sensed employing fiber tapers and Bragg gratings. Limitations on the insertion loss and operation range of the sensors are analysed, as well as crosstalk effects on the network.

1. INTRODUCCIÓN

Cada vez más, campos tan diversos como la domótica o la aeronáutica exigen el empleo de sensores de diferentes parámetros, que permitan obtener un completo control del sistema. Dado que es necesaria la adquisición de diferentes tipos de medida (temperatura, presión,...), y con diferentes tipos de sensores (sensores de intensidad, sensores en longitud de onda) se comienza a trabajar en la multiplexación de sensores híbridos.

Este trabajo sigue la línea de anteriores, en los que se han demostrado las ventajas de utilizar buses dobles con amplificación distribuida en la multiplexación de sensores fotónicos [1]. Con el fin de probar el uso de estas estructuras como sistemas de multiplexación híbridos, se ha implementado una red utilizando un sensor de temperatura, uno de desplazamiento (ambos diseñados en la Universidad Pública de Navarra) y por último uno de tensión (realizado en la Universidad de Cantabria).

Definimos la red como híbrida, ya que algunos de los sensores multiplexados alteran la intensidad de la señal que los interroga, y otros varían su longitud de onda de operación.

Se examinan las limitaciones que introduce el sistema. Para sensores de intensidad se estudian máximos de pérdidas de inserción y de rango de variación de la señal que atraviesa el sensor. En el caso de los sensores que operan en longitud de onda, el análisis se centra en el compromiso entre el rango de operación de estos y el máximo número de sensores multiplexados.

2. MONTAJE EXPERIMENTAL

Como ya se ha señalado la red que se va a utilizar es la analizada en la referencia [1]. Esta red es capaz de multiplexar sensores con modulación de intensidad y de longitud de onda,

asignando a cada sensor un rango de longitudes de onda, mediante el uso de redes de difracción Bragg (FBG). La interrogación de los sensores se realiza mediante un barrido en longitud de onda del láser sintonizable que actúa como fuente. En el caso de sensores de intensidad la información se obtiene en la potencia de la señal detectada. En cambio, en el caso de los sensores con modulación en longitud de onda, la información va codificada en la longitud de onda del máximo de potencia detectado.

A cada sensor de intensidad se le asignó una FBG de diferente longitud de onda. La asignación de las redes de difracción a cada sensor se realizó intentando optimizar la potencia recibida en el detector. Los sensores en longitud de onda son FBG, por lo que también actúan como filtros, no siendo preciso incluir ningún dispositivo adicional para realizar la asignación de longitud de onda de operación.

El sensor de tensión es un dispositivo realizado con una red de difracción [2], cuya longitud de onda de reflexión se sitúa en 1556.3 nm. Se obtienen variaciones de esta longitud de onda de hasta 0.8 nm, para una elongación del sensor de 0.5 nm.

El sensor de temperatura se realizó con una FBG a 1540 nm. La longitud de onda que refleja la red es dependiente de la temperatura, siendo su sensibilidad de 0.01nm/°C. Dado que este sensor es una FBG de alta reflectividad, introduce unas bajas pérdidas de inserción.

El sensor de desplazamiento está realizado mediante un *taper* [3]. El *taper* actúa como sensor ya que está unido a dos estructuras, una fija y otra móvil. Cuando se desplaza el sistema móvil, se crean microcurvaturas en el taper, este hecho introduce pérdidas en la señal, las cuales dependen de cuanto se ha desplazado el sistema.

Tras realizar la caracterización de los sensores, estos se introdujeron en la red y se estudiaron las limitaciones que la red impone en dichos sensores. Se comprobó que la red introduce un umbral de ruido por reflexión. Existen reflexiones de la señal en diferentes puntos del sistema: los conectores o latiguillos que quedan al aire son puntos susceptibles de crear reflexiones. Este umbral por ruido por reflexiones se sitúa 40-45 dB por debajo de la señal a la entrada del sistema.

Se deduce que el sistema limita las características de los sensores que vamos a utilizar. La señal recibida del sensor no debe ser más de 45 dB inferior a la señal de entrada, para evitar que la señal quede enmascarada por el ruido por reflexiones del sistema. La señal que llega al receptor está, en una situación teórica ideal sin atenuación por sensores, 30 dB por debajo de la emitida, debido a los acopladores de la estructura. Así, existe un

rango de 15 dB en los que la señal puede ser atenuada para introducir la información captada con respecto al parámetro medido. En este rango no habría pérdida de información. Hay que tener en cuenta que la señal atraviesa dos veces el sensor, y que va a sufrir doblemente tanto las pérdidas de inserción como la variación en su potencia debida a la medición. De esta manera podemos decir que cada sensor de esta red, no puede atenuar la señal más de 7.5 dB. Debido a las bajas pérdidas de los sensores ya descritos, esta limitación no supone un problema a la hora de multiplexar dichos sensores.

También existen limitaciones a la hora de utilizar un número elevado de sensores de temperatura. Se ha de encontrar un compromiso entre el número de sensores a multiplexar y el rango de longitudes de onda en donde van a actuar. La limitación en el ancho de banda total de operación del bus viene fijada por el ancho de banda de la ganancia del Erblio, es decir, desde 1525nm a 1565 nm (unos 40 nm). Un ejemplo de este compromiso: para sensores con un rango de medida de 100°C el desplazamiento será de 1 nm, y con un margen de 0.5 nm entre sensores, como máximo podremos utilizar 27 sensores de este tipo.

Otra limitación que puede presentar el sistema es la presencia de diafonía. Con el fin de analizar este parámetro, se realizaron para cada sensor tres barridos a lo largo de todo su rango de operación. En un primer barrido los dos sensores restantes se colocaron en variación nula (sensor de tensión a 0 mm, sensor de temperatura a 27°C, sensor de desplazamiento 0 mm), mientras que en el segundo se situaron en variación media (sensor de tensión a 0.25 mm, sensor de temperatura a 45°C, sensor de desplazamiento 2.5 mm) y en un último barrido se posicionaron en variación alta (sensor de tensión 0.5 mm, sensor de temperatura 60°C, sensor de desplazamiento 5 mm).

Los gráficos realizados para las medidas tomadas en los tres sensores se muestran en las figuras 1, 2 y 3. En ninguno de los tres gráficos se observa la presencia de diafonía alguno.

2. CONCLUSIONES

Se ha demostrado la capacidad de una red de multiplexación de sensores en longitud de onda con amplificación distribuida para multiplexar sensores de diferentes parámetros, y de diferente tipo (de intensidad y longitud de onda). En concreto se han multiplexado en una misma red un sensor de temperatura, otro de tensión y un último de desplazamiento, demostrando que la combinación de distintos sensores es viable.

Se han estudiado las limitaciones que la estructura impone a los sensores multiplexados. En primer lugar y debido a las reflexiones que se producen en la red, aparece un umbral de ruido por reflexiones. Así, un sensor de intensidad, no podrá atenuar la señal por debajo de este umbral (máximo posible de atenuación 7.5 dB). También se han discutido las limitaciones en el número de sensores de longitud de onda, originadas por el ancho de banda de amplificación de la fibra dopada con Erblio.

Por último, se ha analizado la presencia de diafonía en el sistema. Con los instrumentos y sensores utilizados, el estudio no ha detectado ningún nivel de diafonía.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la CICYT mediante el proyecto TIC2001-0877-C02-02. Los autores agradecen la colaboración de Cándido Bariain y Ainhoa Gastón.

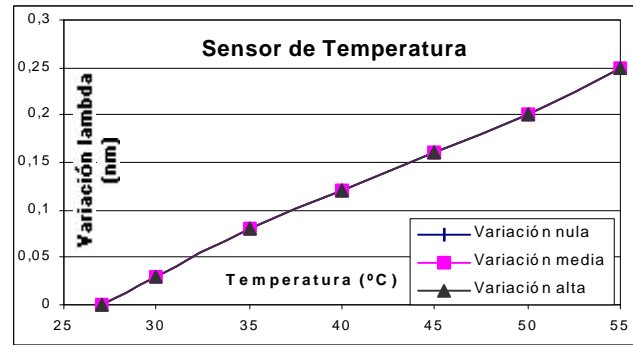


Figura 1. Diafonía en el sensor de temperatura.

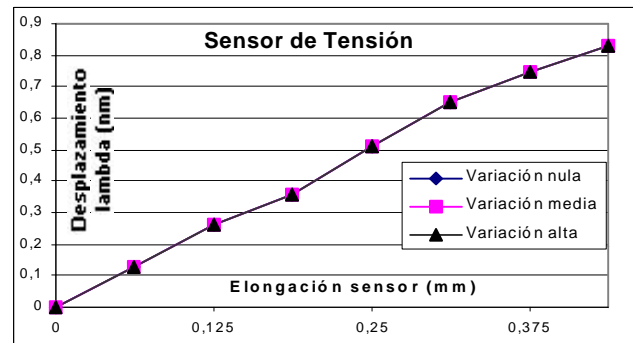


Figura 2. Diafonía en el sensor de tensión.

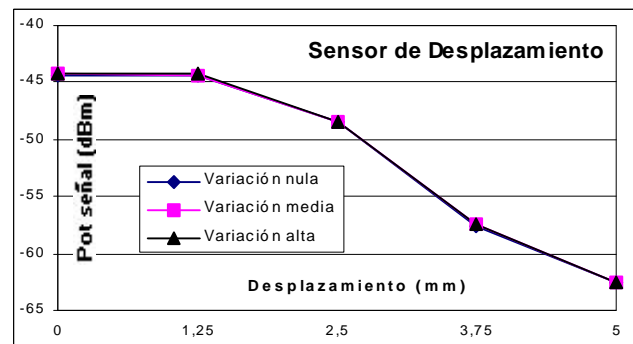


Figura 3. Diafonía en el sensor de desplazamiento.

3. REFERENCIAS

- [1] Montoya, V., López-Amo, M., Abad, S., "Improved Double-Fiber-Bus with Distributed Optical Amplification for Wavelength-Division Multiplexing of Photonic Sensors", *IEEE Photonic Tech. Letters*, Vol. 12, Sep 2000.
- [2] Echevarría, J., Jáuregui, C., Quintela, A., Rodríguez, M.A., García, R., López Higuera, J.M., "Concrete Beam Curing Process and Flexural Test with Fiber Bragg Grating based Transducers", *SPIE 9th Annual International Symposium on Smart Sensor Technology and Measurement*, San Diego, 2002.
- [3] Arregui, F.J., Matías, I.R., Bariain, C. y López-Amo, M., "Experimental design rules for implementing biconically tapered singlemode optical displacement sensors", *European Workshop on Optical Fiber Sensors*, Proc. SPIE, Vol. 3483, 1998.